

METODO PARA LA ESTIMACION DE RADIACION ULTRAVIOLETA A PARTIR DE REGISTROS DE RADIACION SOLAR GLOBAL

Vilma Castro*

ABSTRACT

The ultraviolet (UV) atmospheric radiation (wavelength 0.3 to 0.4 μm) is responsible of photochemical reactions such as the decomposition of plastics and color paintings, the ozone layer formation, the activation of bacteria and enzymes, skin cancers and pigmentation.

Its low intensity and high variability make its measurement very delicate, in consequence UV radiation is not measured routinely in ordinary climatological stations.

Studies from several scientists show that the UV fraction in the global solar radiation spectrum varies between 0 and 6%. Based in such studies, the diurnal oscillation of UV radiation intensity throughout the year is estimated at two sites in Costa Rica.

The UV radiation over a horizontal surface at 10°N under a cloudless sky with transmissivity 0.6 is also calculated as a potential value.

RESUMEN

Se describe un método que permite la estimación de intensidad de radiación ultravioleta a partir de registros de radiación global diaria, y se muestran los cálculos para dos estaciones de la zona atlántica en Costa Rica.

INTRODUCCION

Se conoce como radiación ultravioleta atmosférica (UV) a la radiación proveniente del sol y del cielo en las longitudes de onda entre 0.3 y 0.4 μm . La radiación UV no se mide en las estaciones climáticas ordinarias debido a que su alta variabilidad y su baja intensidad requieren de equipo especializado. Sin embargo, estudios realizados por científicos alrededor del mundo² muestran que en promedio la fracción de UV dentro del espectro de radiación global solar oscila entre 0 y 6%, dependiendo de la calidad y el espesor de atmósfera que deba atravesar (fig. 1).

En este artículo se presenta un método que permite estimar la intensidad de la radiación UV a diferentes horas del día, en función de la radia-

ción recibida al tope de la atmósfera y de los registros climáticos de radiación global. Se presentan además los resultados de cálculos hechos para dos estaciones climáticas sobre la costa Atlántica de Costa Rica.

Para caracterizar el comportamiento de la radiación UV se utilizaron tres variables: la radiación UV potencial, la radiación UV media y la fracción de tiempo medio con sol brillante. A continuación se hace una descripción de las mismas así como del método utilizado para su cálculo.

RADIACION UV POTENCIAL:

Es el valor de radiación que se da en un día con sol brillante, sobre una superficie horizontal debajo de la atmósfera. Este valor se puede estimar a partir de la radiación recibida al tope de la atmósfera³, y en función de la atenuación producida por las moléculas y partículas en suspensión en el aire.

* Escuela de Física, Universidad de Costa Rica.

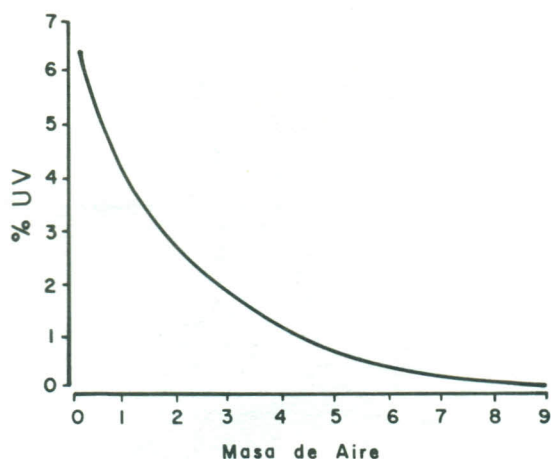


FIGURA 1 Porcentaje de radiación UV dentro del espectro de radiación global, en función del espesor atmosférico, para una atmósfera limpia y seca.

1 masa de aire = espesor de una atmósfera

La fig. 2 muestra la radiación global potencial a nivel del mar a 10° de latitud norte para diferentes valores de transmisividad atmosférica. Los datos de radiación global de dos estaciones⁴:

Limón lat: $10^{\circ}00'N$ long: $83^{\circ}03'W$ elev: 3m

Cobal lat: $10^{\circ}15'N$ long: $83^{\circ}40'W$ elev: 55m

señalan que el nivel de transmisividad máxima de la atmósfera en la zona atlántica es del orden de 0.6. Esta cifra se obtuvo comparando los valores máximo de radiación diaria registrados contra los valores correspondientes en el tope de la atmósfera.

El Cuadro 1 presenta la radiación UV potencial a nivel del mar y a 10° de latitud norte, bajo una atmósfera de transmisividad 0.6. La tabla 1 fue calculada con los datos de las figs. 1 y 2 y los espesores atmosféricos del cuadro 2.

Como el espesor de la atmósfera que atraviesa un rayo solar depende tanto de la latitud y la elevación como de la hora del día, fue necesario estimar la distribución horaria de la radiación a partir del total de energía diaria, por medio de una función sinusoidal¹. De allí la simetría de los datos de los cuadros 1, 3 y 4 con respecto al mediodía. Aunque en promedio los valores máximos de transmisividad atmosférica oscilen alrededor de 0.6, se pueden producir valores instantáneos superiores, lo cual implica intensidades superiores a las mostradas en el cuadro 1 en intervalos cortos de tiempo.

RADIACION UV PROMEDIO:

Los cuadros 3 y 4 muestran las intensidades medias de radiación UV calculadas para las estaciones Limón y Cobal. Estos cuadros se calcularon en forma similar al del cuadro 1, considerando la radiación UV como una fracción de la media mensual de radiación global.

FRACCION PROMEDIO DE TIEMPO CON SOL BRILLANTE:

Esta cantidad indica la fracción de hora en que se puede esperar, en promedio, que no hayan obstáculos (nubes, bruma) en la dirección del sol (cuadros 5 y 6). Estos valores, sirven para estimar el tiempo en que, en promedio, la intensidad de radiación UV es superior al valor medio de los cuadros 2 y 3.

CONCLUSIONES:

Los valores obtenidos en este trabajo son comparables con los encontrados en la literatura², sin embargo hay que recalcar que fueron calculados en forma teórica y que es conveniente revisarlos con mediciones reales en cuanto se disponga del equipo apropiado.

CUADRO 1

Radiación UV potencial a nivel del mar en $W m^{-2}$; para una atmósfera sin nubes con transmisividad 0.6. Cálculos hechos para el día 15 de cada mes. Latitud: $10^{\circ}N$.

Mes	Hora					
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
ENE	*	6	14	21	30	36
FEB	*	8	16	24	35	39
MAR	*	10	19	28	39	44
ABR	*	10	20	30	39	44
MAY	*	10	20	30	39	42
JUN	*	10	19	28	37	41
JUL	*	10	19	28	37	41
AGO	*	10	20	30	39	44
SET	*	10	19	28	39	43
OCT	*	10	17	25	35	42
NOV	*	6	15	23	32	37
DIC	*	5	12	20	29	33

* Valor inferior a $1 W m^{-2}$.

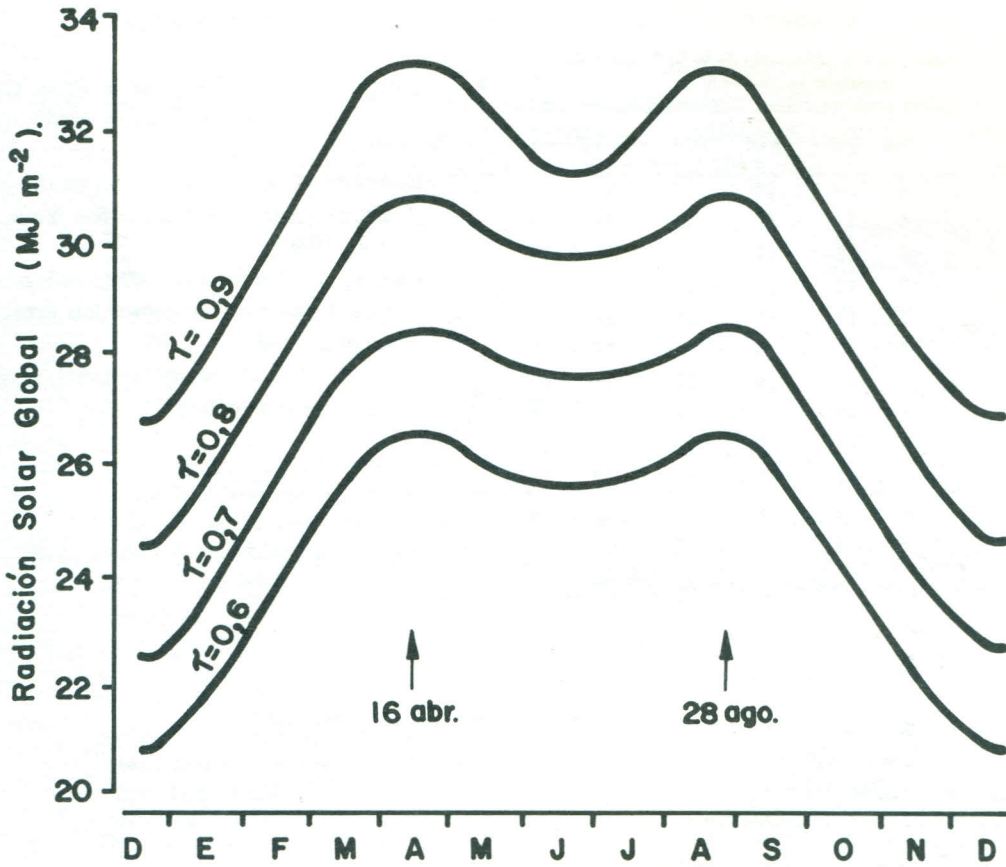


FIGURA 2. Radiación solar global que llega al suelo en días soleados, y con diferentes valores de transmisividad atmosférica (Cálculos a partir de las tablas 132 y 135 de List³ para 10° de latitud norte).

CUADRO 2

Espesor atmosférico (en masas de aire). Latitud: 10°N

Mes	Hora	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
ENE		5.6	2.6	1.7	1.3	1.2	1.1
FEB		4.7	2.2	1.6	1.3	1.1	1.1
MAR		3.8	2.0	1.4	1.2	1.0	1.0
ABR		3.4	1.9	1.4	1.1	.	.
MAY	
JUN	
JUL	
AGO	
SET		3.5	2.0	1.4	1.2	.	.
OCT		5.1	2.4	1.6	1.3	1.1	1.0
NOV		5.1	2.8	1.7	1.3	1.2	1.1
DIC		5.1	2.9	1.8	1.4	1.2	1.2

CUADRO 3

Cobal, radiación UV promedio en W m⁻². Años de registro: 1973-1976

Mes	Hora	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	S*
ENE		3	7	11	16	19	11
FEB		4	8	13	18	20	12
MAR		6	9	17	24	26	15
ABR		6	11	17	22	25	15
MAY		6	11	17	22	24	15
JUN		5	9	14	19	21	13
JUL		5	9	14	18	20	12
AGO		5	10	15	19	22	13
SET		5	10	15	21	23	14
OCT		4	9	13	19	22	13
NOV		4	7	11	15	18	11
DIC		3	6	11	16	18	11

CUADRO 4

Limón, radiación UV promedio de $W m^{-2}$. Años de registro: 1970-1983

Mes \ Hora	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	S*
ENE	4	9	14	20	24	14
FEB	5	11	16	23	26	15
MAR	6	13	19	26	29	17
ABR	7	13	20	27	29	18
MAY	7	13	20	25	28	17
JUN	6	11	16	22	24	15
JUL	6	11	16	21	23	14
AGO	6	12	18	23	25	15
SET	6	13	19	26	29	17
OCT	5	11	16	23	27	16
NOV	4	9	14	19	23	14
DIC	3	8	13	18	21	13

* S = radiación solar global media en $MJ m^{-2}$ por día.

BIBLIOGRAFIA

1. Castro, V., Sensitivity of a Crop Growth model to climatic components. (Mphil Thesis, Univ. of Nott. 1981).
2. Kondratyev, K. V., Radiation in the atmosphere. (Academic Press, New York, London, 1969).
3. List, R. J., Smithsonian Meteorological Tables. (Smithsonian Institution Press, Washington, 1969).
4. Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica. Archivos de datos.

CUADRO 5

Cobal, fracción promedio de horas con sol brillante. Años de registro: 1971-1977

MES	Hora	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
ENE	*	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.2	
FEB	*	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.2	
MAR	*	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.2
ABR	*	0.4	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2
MAY	*	0.1	0.4	0.5	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	
JUN	*	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	
JUL	*	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.1	
AGO	*	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	
SET	*	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	
OCT	*	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.1	
NOV	*	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	
DIC	*	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	

* Valor inferior a 0.1 hora

CUADRO 6

Limón, fracción, promedio de horas con sol brillante
Años de registro: 1969-1983

MES	HORA	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
ENE	*	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	
FEB	0.1	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	
MAR	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	
ABR	0.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	
MAY	0.1	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.1	
JUN	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	
JUL	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	
AGO	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	
SET	0.1	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	
OCT	0.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	*	
NOV	*	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	*	
DIC	*	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.3	*	

* Valor inferior a 0.1 hora.